

*Руденко Н.П., Левко Е.Н.*  
Национальная металлургическая академия Украины,  
г. Днепропетровск  
*np.rudenco@mail.ru, elena.levko@mail.ru*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СИНТЕТИЧЕСКОЙ ШИХТЕ КОРДИЕРИТОВОГО СОСТАВА, ПОЛУЧЕННОЙ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ**

В настоящее время успешно развивается золь-гель технология получения материалов с определенными химическими и физико-механическими свойствами. По мнению многих ведущих специалистов более половины продукции оксидных и стеклообразных материалов XXI века могут составить новые непредвиденные монолитные и порошкообразные материалы и покрытия, которые удастся получить только используя золь-гель процессы.

Кордиерит и кордиеритовая стеклокерамика – перспективные технические материалы, в частности, для электроники и изготовления газотурбинных двигателей. Изделия, отличающиеся особой чистотой и однородностью, получают из технически синтезированных шихт.

Цель работы – изучить некоторые закономерности фазовых превращений в системе оксидов  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , полученных методом золь-гель. Методика включала введение  $\text{SiO}_2$  через тетраэтоксисилан и катионов  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Al}^{3+}$  посредством нитратов, имеющих низкую температуру разложения. После сушки при 970 К получен аморфный материал, состоящий из смеси оксидов стехиометрического состава  $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ . Кордиеритовое стекло из такой шихты получают традиционным путем плавления в отличие от низкотемпературных стекол, образующихся поликонденсацией геля при непосредственном переходе золь → гель → стекло. В последнем случае применяют алкоксиды различного типа.

Эксперименты проведены на рентгеновском дифрактометре Д-500 фирмы Siemens с высокотемпературной камерой для съемки от порошков в вакууме в  $\text{Cu-K}\alpha$ -излучении. Нагрев проводили ступенчато с выдержкой при заданной температуре в течение 20 мин. и последующей съемкой со скоростью 2 град/мин в интервале 2 Θ 6–80 град.

Первичным продуктом пиролиза при любых соотношениях оксидов является шпинель (1173–1223 К), взаимодействие которой с кварцем приводит к образованию сапфирина или кордиерита (1373 К) в зависимо-

сти от состава исходной смеси. Образование кордиерита непосредственно из оксидов наблюдали при температуре 1573 К.

Полученные нами данные показывают, что при нагревании синтетической аморфной шихты кордиеритового состава в интервале температур 1173–1523 К пики  $\alpha$ -кордиерита появляются при 1523 К. До этой температуры другие кристаллические фазы не образуются. Исходное гало, характерное для аморфного состояния вещества, не исчезает в процессе нагрева. Очевидно, оно сохраняется из-за того, что при температуре 1173–1223 К гель переходит в низкотемпературное кордиеритовое стекло. Фиксируемый на рентгенограмме при дальнейшем нагреве  $\alpha$ -кордиерит является продуктом его кристаллизации. Этот факт показывает, что процесс кристаллизации низкотемпературного стекла не отличается сложными фазовыми превращениями, как в случае стекол, полученных путем высокотемпературного плавления оксидов. В последнем случае наблюдается ступенчатый ход кристаллизации: твердые растворы (типа *silica O*)  $\rightarrow$  кварц + шпинель  $\rightarrow$  сапфирин  $\rightarrow$  кордиерит.